

Dissertação – Artigo de Revisão Científica
Mestrado Integrado em Medicina

AMBLIOPIA: UMA PATOLOGIA NA QUAL A PREVENÇÃO É EFICAZ

AUTOR

Mafalda Marques Pinto Oliveira Reis

N.º de estudante: 201107455

Endereço de e-mail: mafaldaoreis@hotmail.com

ORIENTADOR

Pedro Miguel Alves Moreira Menéres

Grau académico: Licenciado em Medicina; Professor Associado Convidado do ICBAS-UP

Título profissional: Prof. Dr. Pedro Menéres

CO-ORIENTADOR

Vasco Miguel Paupério Pinto de Miranda

Grau académico: Mestrado Integrado em Medicina; Assistente Convidado de Oftalmologia

Título profissional: Dr. Vasco Miranda

AFILIAÇÃO

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto

Rua de Jorge Viterbo Ferreira n.º 228, 4050-313 Porto, Portugal

“Todo hombre puede ser, si se lo propone, escultor de su propio cerebro.”

Santiago Ramón y Cajal

ÍNDICE

LISTA DE ABREVIATURAS	3
RESUMO.....	4
PALAVRAS-CHAVE:	4
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO.....	6
Patologia e tratamento	6
Fatores de risco e prevenção	7
Foto-rastreio.....	8
OBJETIVOS	12
MATERIAIS E MÉTODOS	13
DESENVOLVIMENTO	14
A eficácia e utilidade do foto-rastreio.....	14
Equipamentos de foto-rastreio	16
Situação do rastreio em Portugal	19
CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXO 1 – Fluxograma do programa de rastreio a ser implementado em Portugal...	30

LISTA DE ABREVIATURAS

AAPOS – American association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus

FR – Foto-rastreio

D – Dioptrias

DP – Dioptrias Piramidais

RESUMO

Introdução: A ambliopia consiste na diminuição de acuidade visual causada pelo processamento anormal das imagens durante o desenvolvimento da visão no decorrer da infância. Rastreios para a identificação de condições que constituam fatores de risco de ambliopia são essenciais para prevenir o surgimento e desenvolvimento da ambliopia para um estado irreversível. O foto-rastreio permite a identificação destas condições de forma rápida e económica em todas as faixas etárias na presença de um especialista, mas não necessariamente numa instituição hospitalar.

Objetivos: Conhecer o estado de arte relativamente ao foto-rastreio, comparando as vantagens e desvantagens do mesmo.

Desenvolvimento: O foto-rastreio é um método rápido, útil e com custo benefício. Este processo deve ser iniciado nos primeiros anos de vida, uma vez que quanto mais precoce for o diagnóstico, melhores serão os resultados da terapêutica instituída. O plusoptiX é o equipamento mais frequentemente utilizado e mais estudado, nos últimos anos. Vários estudos indicam que tem uma elevada eficácia em identificar fatores de risco refrativos mas que apresenta algumas limitações na deteção de desalinhamentos oculares, ou seja, estrabismo. Outros equipamentos estão também a ser estudados e apresentam vantagens relativamente ao plusoptiX, como é o caso do Spot que apresenta uma taxa de leituras inconclusivas muito baixa, o que diminui circunstancialmente a quantidade de crianças referenciadas para exame oftalmológico completo sem apresentar patologia relevante.

Conclusões: O foto-rastreio é um bom método para identificação dos fatores de risco ambliogénicos. No entanto, são ainda necessários mais estudos para melhorar a capacidade de deteção de algumas condições, nomeadamente o estrabismo e para encontrar a idade ideal, com melhor custo-benefício, em que se deve iniciar o rastreio.

PALAVRAS-CHAVE: ambliopia, rastreio visual, fatores de risco ambliogénicos, crianças em idade pré-escolar, foto-rastreio

ABSTRACT

Background: Amblyopia is the reduction of visual acuity caused by an abnormal processing of the images during the development of the vision in childhood. Screening that identify medical conditions considered risk factors are essential to prevent amblyopia to develop and grow into an irreversible stage. Photoscreening is a fast and economic method that allows the identification of these conditions in younger ages, not necessarily in a hospital facility.

Purpose: Acknowledge what is being done lately and what is known about photoscreening, making a comparison of the advantages and disadvantages of this method.

Discussion: Photoscreening is a valid method for visual screening because it is fast and cost-effective. Since it's proven that an early detection is the key for better treatment outcomes and visual acuity improvement, this process should be started at an early age. PlusoptiX, the most used photoscreener, has been shown to be effective detecting refractive risk factors, but not so good in detecting ocular misalignments. Other devices also being studied bring some advantages on plusoptiX, for example, Spot has a very low rate of illegible screens, which reduces the amount of children being examined by a pediatric ophthalmologist without presenting a relevant condition.

Conclusions: Photoscreening is a good method for identification of the amblyogenic risk factors. However, it still needs more research in order to improve its capacity of detecting some of the conditions, like strabismus and to find the age with the best cost-benefit ratio to start the photoscreening.

INTRODUÇÃO

Patologia e tratamento

O termo ambliopia deriva das palavras gregas “amblios” e “ops” que conjugadas significam em português “visão fraca” (“amblios” = “fraco/a” e ops = visão). A ambliopia, também conhecida coloquialmente por “olho preguiçoso”, refere-se à diminuição de acuidade visual unilateral ou bilateral causada pelo processamento anormal das imagens visuais durante o desenvolvimento da visão no decorrer da infância. (1)

A ambliopia é a quarta patologia de perda de visão mais frequente em crianças e jovens adultos na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA), (2), estimando-se que a sua prevalência em crianças portuguesas seja entre 1,00 e 2,50% (3). Apesar de ser uma patologia associada à infância, se não for tratada os efeitos são irreversíveis, sendo a causa mais frequente de perda de visão monocular nos adultos entre os 20 e os 70 anos de idade.

Com a intervenção correta e atempada, a maioria da perda de acuidade visual por ambliopia é reversível e capaz de ser prevenida na maioria dos casos. O tratamento da ambliopia consiste na utilização de lentes corretoras dos erros refrativos existentes, oclusão, terapia de penalização com atropina ou uma combinação destas opções terapêuticas. (1, 4)

Mais de 75% das crianças ambliopes com menos de 7 anos de idade são capazes de recuperar até uma acuidade visual de 20/30 após os tratamentos referidos. (5) A recuperação da visão perdida depende de alguns fatores, nomeadamente, a maturidade das vias visuais, a duração e o período de privação visual, e a idade na qual foi iniciado o tratamento. Sabe-se, no entanto, que os tratamentos atualmente existentes para a ambliopia perdem eficácia a partir dos 5 anos de idade do paciente.(6)

Nos casos em que se torna irreversível, esta patologia apresenta uma morbilidade muito elevada, não só pela incapacidade criada pela falta de visão monocular, mas também porque poderá resultar na cegueira do paciente se se conjugar com outro evento ou patologia que afete a acuidade visual do olho não-ambliope. (1) A ambliopia não resulta de um único fenómeno com uma única causa, mas é sim o resultado de um conjunto de alterações motoras e sensoriais que podem ser causadas por diferentes fatores. Existem três períodos considerados críticos durante o desenvolvimento da acuidade visual e da dominância ocular nos quais estas alterações podem surgir e/ou tornar esta patologia irreversível:

- dos 3 aos 5 anos – quando a ambliopia surge porque o desenvolvimento da sua acuidade visual de 1/10 para 10/10 é afetado pela privação de estímulos visuais (7);
- dos poucos meses de idade até aos 8 anos – quando a ambliopia se desenvolve devido ao estrabismo ou anisometropia (8);
- infância, adolescência e fase adulta (período entre a privação visual e o momento em que a patologia passa a ser irreversível, geralmente na altura da adolescência) – quando a ambliopia ainda é reversível (8)

Fatores de risco e prevenção

São conhecidos diversos fatores de risco associados ao desenvolvimento a ambliopia, todos eles causados pelo anulamento do estímulo visual: (8)

- O estrabismo - a causa mais comum de ambliopia que é definido por um desalinhamento ocular que leva a supressão do córtex visual; (1, 4)
- A anisometropia - uma diferença assimétrica do poder refrativo entre os dois olhos que torna turva a visão do olho com maior necessidade de correção; (1, 4).
- O astigmatismo - que consiste na presença de uma curvatura anormal da córnea ou do cristalino que leva a visão turva a qualquer distância; (1)
- Cataratas – que corresponde à opacificação do cristalino, diminuindo a passagem dos raios luminosos; (1, 8)
- Ptoses palpebrais – que consiste na queda da pálpebra superior, levando à diminuição do campo visual e à criação de imagens diferentes nos dois olhos;(1)
- Outras anormalidades estruturais do olho.

Desta forma, a existência de rastreios para a identificação das condições supracitadas que constituem fatores de risco de ambliopia consistem numa forma de prevenção secundária, desejável para impedir que a patologia se desenvolva e evolua para um estado irreversível.(9) A deteção precoce da própria ambliopia é também essencial para aumentar a probabilidade de eficácia do tratamento. (10)

Existem vários métodos para rastrear as condições causadoras da ambliopia. Estes podem ser divididos em duas categorias: os métodos subjetivos e os métodos objetivos. (11)

Dentro dos métodos subjetivos destacam-se a medição da acuidade visual monocular através da utilização das tabelas de Snellen, os testes de estereoacuidade,

o *cover test*, a análise da refração recorrendo à aplicação de um fármaco cicloplégico e o teste do reflexo da luz na córnea (teste de Hirschberg). Alguns destes tradicionais, como é o caso da medição da acuidade visual com as tabelas de Snellen, apesar de muito práticos, acessíveis, de fácil utilização e de baixo custo, apenas podem ser aplicados em crianças com competências literárias e que sejam capazes de cooperar da forma exigida com elevada atenção e concentração. Adicionalmente, outros dos métodos referidos, como é o caso da refração cicloplégica podem ser realizados em crianças pequenas mas apenas são realizados por oftalmologistas o que os limita para serem utilizados em programas de rastreio que envolvam os cuidados de saúde primários.(12, 13)

Por outro lado, na categoria do rastreio por métodos objetivos, encontramos os dispositivos de foto-rastreio.(1) Estes métodos, como podem ser utilizados em crianças mais novas e até mesmo em fase pré-verbal do desenvolvimento psico-motor, têm apresentado uma utilização crescente ao longo dos últimos anos.

Geralmente, nos programas de foto-rastreio já em funcionamento em alguns países, existe um protocolo no qual todas as crianças a partir de uma idade estipulada previamente se apresentam nos cuidados de saúde primários (tais como Centros de Saúde e enfermeiras escolares) para avaliação dos fatores de risco ambliogénicos por parte dos mesmos. No caso do resultado do rastreio ser positivo, estes pacientes são então encaminhados para médicos especialistas em oftalmologia que realizarão um estudo mais completo e detalhado.

É importante referir que o foto-rastreio pode ser realizado em centros de saúde e escolas, não sobrecarregando as instituições hospitalares e respetivos recursos.

Foto-rastreio

É um tipo de rastreio visual para crianças no qual uma câmara capta várias fotografias dos olhos não dilatados da criança. Através da avaliação da configuração dos raios de luz refletidos pelo olho após a exposição a um flash, os equipamentos de foto-rastreio são capazes de estimar os erros refrativos presentes e, consequentemente, determinar o risco de ambliopia. Posteriormente, estas imagens são interpretadas por pessoal especializado ou automaticamente através de um software do equipamento utilizado. No caso de um resultado de rastreio ser positivo, o paciente é então encaminhado para um oftalmologista pediátrico para uma avaliação completa.

É um método de rastreamento particularmente vantajoso em crianças com menos de três anos de idade, uma vez que a única cooperação requerida do paciente é que olhe brevemente para a câmera, dado que a captura dura menos de 1 minuto.

Atualmente, existem os seguintes equipamentos de foto-rastreamento disponíveis no mercado:

- O IScreen é um equipamento de avaliação binocular simultânea que sofreu várias otimizações até chegar ao modelo atual: equipamento de mão que capta duas fotografias em dois eixos distintos durante aproximadamente 2 segundos, separados por um ângulo de 90º graus, após a emissão de um flash. As fotografias tiradas podem ser visualizadas no imediato e são posteriormente enviadas a um centro de referência para avaliação e emissão dos resultados.(14)
- O MTI (*Medical Technology and Innovations*) é uma câmera que utiliza um sistema polaróide a preto e branco instantâneo e capta duas fotografias em modo *off-axis* e *eccentric* com uma rotação de 90ºgraus entre as duas capturas. Uma vez que a fotografia é impressa no momento, a interpretação do rastreamento tem de ser feita manualmente. Apesar de já não ser fabricado é ainda muito utilizado a nível mundial (11, 14)
- O plusoptiX utiliza radiação infravermelha para a captação de um vídeo no qual são avaliados múltiplos eixos. A leitura auto-refrativa realizada é enviada automaticamente para o software específico do equipamento que pode comparar valores de referência definidos previamente pelo utilizador e emitir um relatório no qual é indicado se o paciente deve ser referenciado a um especialista em oftalmologia pediátrica ou não. Em alternativa, pode também emitir os dados objetivos para que sejam classificados individualmente. (11, 14)
- O spot é um equipamento recente que tem um funcionamento semelhante ao plusoptiX, uma vez que também utiliza a radiação infravermelha para a captura de imagens. Com a imagem do reflexo vermelho dos olhos, este dispositivo calcula automaticamente o estado refrativo, o tamanho das pupilas, a distância interpupilar e o desvio do olhar. Os valores medidos são comparados com os critérios para referência a um especialista e emitidos num relatório que discrimina de forma automática o resultado do rastreamento. (14, 15)

- Outros equipamentos, tais como o SureSight ou o Retinomax, foram propostos para serem utilizados para foto-rastreio, no entanto, existe pouca informação relativamente à eficácia e utilidade dos mesmos.

Em 2013, a *American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* (AAPOS) reuniu vários estudos e compilou umas recomendações e respetivos critérios de diagnóstico de acordo com a idade, que estão resumidas na tabela 1 e 2. Estas recomendações são utilizadas por muitos autores a nível mundial e por alguns portugueses.

Para as crianças com 12 a 30 meses (1 ano a 2 anos e meio) de idade, é recomendado um *cut-off* mais elevado uma vez que com erros refrativos desta magnitude ou menor nesta idade não é significativo o risco de ambliopia refrativa. Erros refrativos menores que os descritos para esta idade na tabela 1 infrequentemente causarão ambliopia significativa e todos os falsos negativos poderão ser detetados mais tarde numa repetição do foto-rastreio. (16)

Ainda nas *guidelines* da AAPOS, para as idades entre os 31 e os 48 meses (2 anos e meio aos 4 anos), é recomendada a deteção de fatores de risco de menor grau relativamente ao grupo etário anterior, ainda que seja provável que a hipermetropia e astigmatismo de graus intermédios não sejam de tratamento obrigatório. No entanto, o diagnóstico de anisometropia de elevada magnitude (>3 D) é especialmente importante nesta fase, dado que está quase sempre associada a ambliopia significativa que progride ao longo do tempo. (16)

Relativamente à faixa etária compreendida entre os 48 meses (4 anos) e os 72 meses de idade (6 anos), a AAPOS recomenda nas suas *guidelines* que seja diagnosticado e tratado o astigmatismo de menor magnitude, já que nesta fase do desenvolvimento do mesmo leva a uma função visual diminuída. Também nesta altura, a deteção de miopia de $>-1,5$ D deve ser diagnosticada e tratada pois as crianças começam a prestar maior atenção a alvos distantes. (16)

Tabela 1 - Critérios de diagnóstico dos fatores de risco ambliogénicos para foto-rastreio. D – Dioptrias; DP – Dioptrias Prismáticas. (21)

Critérios de diagnóstico para erros refrativos				
Idade (meses)	Astigmatismo	Hipermetropia	Anisometropia	Miopia
12-30	$>2,0$ D	$>4,5$ D	$>2,5$ D	$>-3,5$ D
31-48	$>2,0$ D	$>4,0$ D	$>2,0$ D	$>-3,0$ D
>48	$>1,5$ D	$>3,5$ D	$>1,5$ D	$>-1,5$ D

Tabela 2 - Critérios de diagnóstico para fatores de risco não-refrativos

Critérios de diagnóstico para fatores de risco não-refrativos	
Todas as idades	Estrabismo >8 DP em posição primária
	Opacidade do meio >1 mm

OBJETIVOS

Com este trabalho pretende-se demonstrar a importância da existência de um programa de rastreio específico em Portugal, apresentando as suas vantagens, desvantagens e fazendo um balanço entre as duas partes.

Além disso, é também um objetivo deste projeto destacar alguns critérios para a construção do programa de rastreio, tais como idades em que se deve iniciar, qual o melhor e mais eficaz método ou, neste caso, o dispositivo de foto-rastreio a utilizar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho foi realizada uma pesquisa na plataforma digital Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) sob as palavras “amblyopia” e “photoscreening” que identificou todos os artigos publicados entre Janeiro de 2002 e Abril de 2017, um total de 63 artigos. Deste conjunto de artigos, foram selecionados 32 para pertencer a esta revisão bibliográfica. Alguns critérios foram utilizados para rejeitar alguns artigos da pesquisa, nomeadamente: a especificidade da amostra em estudo (por exemplo, apenas serem incluídas crianças autistas, com trissomia 21 ou em condições socioeconómicas específicas), o facto de os tópicos abordados dos artigos não corresponderem à pesquisa realizada e à discussão a realizar neste trabalho, ou ainda uma vez que apresentavam limitações demasiado importantes e resultados inconclusivos.

Ao longo do percurso de realização deste trabalho, foram sendo encontradas as restantes referências relevantes e que acrescentaram informação essencial ao tema em estudo.

DESENVOLVIMENTO

A eficácia e utilidade do foto-rastreio

Estudos indicam que o foto-rastreio é mais eficiente em termos de tempo que o rastreio com métodos tradicionais. (17, 18) Segundo Salcido et al (2005) o foto-rastreio tem um valor preditivo positivo significativamente maior em crianças entre os 3 e 4 anos de idade, reforçando a ideia de que devem ser realizados esforços para tornar este tipo de rastreio exequível e com implementação por todo o mundo. (17)

A importância do foto-rastreio na prevenção de perda de visão relacionada com a ambliopia é demonstrada pelo facto do tratamento de crianças ambliopes identificadas através deste tipo de rastreio apresentar uma taxa de sucesso elevada. Esta deteção precoce traduz-se numa melhoria efetiva da acuidade visual (19) No estudo de Williams et al (2003) a prevalência de ambliopia foi 45% mais baixa nas crianças que foram submetidas a rastreio relativamente às aquelas que não foram rastreadas.(20) Adicionalmente, no estudo de Eibschitz et al (2000), no qual foi analisado o programa de foto-rastreio aplicado em crianças israelitas e o respetivo tratamento, verificou-se uma redução significativa da prevalência e severidade de ambliopia em crianças rastreadas. (21)

Apesar de Donahue et al (2006) terem apresentado como grande limitação a pouca adesão aos follow-ups, este estudo permite concluir que programas de foto-rastreio com elevadas taxas de sucesso (valor preditivo positivo de 80%) podem ser instituídos noutras localizações. (22) Concordantemente, o estudo de Leman et al (2006) sugere que a adaptação do foto-rastreio para um programa de rastreio visual seria benéfica para detetar com eficácia as condições clínicas que causam ambliopia.(23)

Num estudo que incluiu 148 809 crianças no qual o foto-rastreio com o MTI foi comparado com o resultado de avaliação por exame oftalmológico completo, o valor preditivo positivo obtido para este equipamento foi de 94,2%, com uma taxa de referenciação de 4,2%. Após a introdução de um coordenador responsável por certificar-se que as crianças compareciam às consultas de *follow-up*, a taxa de follow-up subiu de 36,1% a 89,5%, o que demonstra a importância desta entidade na manutenção da vigilância das crianças com resultado negativo no rastreio. (24)

Após analisar a efetividade dos dispositivos de foto-rastreio versus rastreio por medição da acuidade visual em três grupos etários com uma amostra de 151 doentes, Joish et al (2003) concluiu que o foto-rastreio é um método rápido e de baixo custo para

deteção de fatores de risco ambliogénicos e que o grupo com maior relação custo benefício é aquele no qual o foto-rastreio foi aplicado entre os 3 e os 4 anos de idade. (18)

Quanto ao custo benefício, também Rein et al (2012) estudaram este tema e sugerem no seu trabalho três tipos de rastreio incluídos que parecem ter custo-benefício: o rastreio tradicional dos 2-4 anos (*preschool*), o rastreio tradicional dos 2-4 anos e partir dos 5 anos (*kindergarten*) o e o foto-rastreio dos 2-4 anos associado a rastreio tradicional a partir dos 5 anos. (25) Foi também determinado, noutro estudo, que o custo do foto-rastreio pode ser reduzido para 9 dólares por criança (aproximadamente, 8 euros).

Wesman et al (2000) e Schimitzek et al (2005) concluíram que a cicloplegia contribuiria para uma melhoria da eficácia do foto-rastreio. (26, 27) No entanto, no estudo de Silbert et al (2013), o rastreio com o plusoptiX combinado com um breve exame oftalmológico revelaram ser suficientes para eliminar a necessidade de fazer dilatação com cicloplégico em crianças. (28)

Num estudo retrospectivo com 210695 crianças, Longmuir et al (2013) concluíram que não existe diferença estatisticamente significativa entre começar o rastreio entre os 1 e 3 anos de idade relativamente ao anteriormente realizado: apenas realizar rastreio após os três anos de idade. Razão pela qual recomendam que se iniciem os rastreios a partir do primeiro ano de vida. (12)

Complementariamente, num estudo realizado em Portugal, durante 9 anos, no qual se submeteram a foto-rastreio 11 029 crianças de idades compreendidas entre os 11 e os 18 meses e se referenciaram todas as que obtiveram um rastreio positivo ou não legível para um exame oftalmológico completo, Ruão et al (2016), concluíram que o valor preditivo positivo global (56,8%) foi inferior ao valor encontrado noutros estudos para idades superiores, mas mais elevado nas crianças com a mesma idade. Apesar de a média de idade deste estudo ser de apenas 1,04 anos, este apresenta uma taxa de ilegíveis muito baixa (1,8%) o que demonstra que o foto-rastreio está também apto para crianças muito pequenas. (29)

Adicionalmente, no estudo de Kirk et al (2008), que envolveu 21367 crianças até aos 4 anos de idade concluiu-se que o rastreio muito precoce (neste caso, antes dos 2 anos) leva a melhores resultados na melhoria de acuidade visual após tratamento quando comparado ao rastreio realizado mais tarde, depois dos 2 anos.(30)

O estudo de Colburn et al (2010) refere que a prevalência de ambliopia e estrabismo é elevada. Os resultados deste estudo apoiam a importância do rastreio em idade escolar precoce e a correção de hipermetropia de moderado/elevado grau para redução do risco de ambliopia. (31)

Relativamente aos fatores de risco analisados de modo isolado, Leon et al (2008) concluíram que crianças com anisometropia de elevado grau apresentam uma maior prevalência de ambliopia e maior severidade desta patologia. Por outro lado, crianças de uma faixa etária superior apresentam um risco maior de ter ambliopia relativamente a faixas etárias inferiores para anisometropia de grau intermédio. Estas conclusões devem ser tidas em conta para a criação de critérios de referenciação. (32)

Além disso, foi identificada uma tendência de subestimação do verdadeiro estado refrativo, associando este erro de medição à acomodação infantil de fixação de um alvo (miopia de fixação). (33)

Equipamentos de foto-rastreio

Clausen et al (2007) define o plusoptiX como um equipamento de foto-rastreio adequado para crianças, rápido e que permite que o utilizador selecione os critérios próprios discriminados por faixas etárias, que deve ser idealmente usado para programas de rastreio de crianças em idades pré-escolares. (34)

O plusoptiX revela ser um equipamento válido e fiável para o foto-rastreio na deteção de erros refrativos (valor preditivo positivo 96%) (35-39) mas é recomendado que os critérios relativos ao rastreio do alinhamento ocular sejam revistos, uma vez que o valor preditivo positivo para deteção de estrabismo foi de apenas 17%. (40)

Yan et al (2015) referem que a medida da esfera efetuada pelo plusoptiX foi 0,57 D mais baixo que o medido em retinoscopia com cicloplégico ($p=0,00$) enquanto que a medição do cilindro não foi significativamente diferente entre o plusoptiX e a retinoscopia ($p=0,14-0,26$). (41)

Bloomberg et al (2013) realizaram um estudo no qual 290 crianças entre os 0 e os 5 anos foram avaliadas com o plusoptiX e através de um exame oftalmológico completo para analisar os resultados do foto-rastreio com este dispositivo. O plusoptiX apresentou uma sensibilidade de 87%, especificidade de 88%, valor preditivo positivo de 93% e valor preditivo negativo de 78%. Por outro lado, apresentou uma sensibilidade de apenas 52% para deteção de estrabismo com menos de 20 DP (dioptrias piramidais). Esta baixa sensibilidade é uma limitação relevante do dispositivo principalmente na deteção de esotropia de baixa magnitude (≤ 20 DP). A deteção destes pequenos

desalinhamentos é importante, dado que os de elevada magnitude serão facilmente detetados pelos pais e familiares das crianças. No caso da deteção de exotropia de baixa magnitude, a sensibilidade é também baixa, no entanto, não apresenta uma preocupação tão grande relativamente a outros tipos de estrabismos porque tem uma menor probabilidade de levar a ambliopia. Face estes resultados, é recomendado que se associe o foto-rastreio a testes de estereoacuidade, ou o *cover test*, para aumentar a probabilidade de deteção de estrabismo. No entanto, a população utilizada pode ter infligido o valor preditivo positivo já que é uma população de elevado estrato socioeconómico com maior prevalência de ambliopia e estrabismo. (42)

Rajavi et al (2012) estudaram 185 crianças (idades 1-14 anos) primeiramente utilizando foto-rastreio com plusoptiX seguido de retinoscopia com cicloplégico. Em contraste com a miopia e o astigmatismo, a hipermetropia detetada pelos dois métodos foi significativamente diferente ($P < 0,001$), sendo maior na retinoscopia. Para miopia e astigmatismo, a sensibilidade e especificidade ultrapassou os 93% e os 83%, respetivamente, enquanto que a sensibilidade para deteção de hipermetropia foi de 45,4%. Alterando o *cut-off* de +3,5 D para +1,87 D, a sensibilidade sobe para 81,8% e a especificidade para 84%. Concluindo, é um método preciso para deteção de miopia e astigmatismo e pode ser considerado também para hipermetropia, caso o *cut-off* seja alterado (43)

De acordo com o descrito anteriormente, Moghadam et al (2013) concluíram que o plusoptiX não deve ser utilizado individualmente para deteção de estrabismo pois a sua sensibilidade decresce bastante, principalmente na deteção de esotropia de menos de 30 DP. (44)

Matta et al (2009) realizaram um estudo comparativo entre dois tipos de equipamentos de foto-rastreio, no qual foram analisadas 151 crianças, e que sugere que o plusoptiX apresenta um valor preditivo positivo mais elevado (Tabela 3). Além disso, é referido que o plusoptiX apresenta outras vantagens relativamente ao MTI, nomeadamente que um menor tempo para medição dos erros refrativos, a apresentação imediata dos resultados num relatório de fácil compreensão para os pais e a possibilidade de interface direta com as plataformas eletrónicas de dados clínicos das instituições de saúde. (11)

Também Arthur et al (2009) estudaram a eficácia do plusoptiX, comparando em 271 crianças o resultado do foto-rastreio com a avaliação completa por um oftalmologista e concluíram que este dispositivo tem uma eficácia suficientemente elevada para ser utilizado futuramente em programas de foto-rastreio: sensibilidade de 83%,

especificidade de 95%, falsos-positivos em 4%, falsos negativos em 2%, valor preditivo positivo de 73% e valor preditivo negativo de 97%.(37)

Tabela 3 - Comparação da eficácia de dois equipamentos de foto-rastreio: MTI e plusoptiX(11)

	MTI	PlusoptiX
Sensibilidade	83,6 %	98,9 %
Especificidade	90,5 %	96,1 %
Falsos-positivos	9,4 %	3,7 %
Falsos-negativos	16,3 %	1,0 %
Valor Preditivo Positivo	94,2 %	97,9 %

Quando comparados dois modelos do plusoptiX, o S04 e o A09, verifica-se que têm uma eficácia similar enquanto equipamentos de foto-rastreio. (45)

Bregman e Donahue (2016) realizaram um estudo no qual 3134 crianças entre os 12 meses e os 5 anos de idade foram submetidas a foto-rastreio com o Spot e dessas 306 (9,8%) obtiveram resultados positivos para referência, segundo os critérios das *guidelines* da AAPOS. Dessas 306 crianças, 134 (44,4%) foram avaliadas por exame oftalmológico completo. O valor preditivo positivo global foi de 47%, seguindo os critérios das *guidelines* da AAPOS de 2013. Seguindo as *guidelines* antigas (2003, AAPOS) o valor preditivo positivo foi de 60,3%, uma vez que nas *guidelines* mais recentes os *cut-offs* para as crianças de menores idade são de maior magnitude. (46)

Para determinar a sensibilidade do equipamento utilizado, o Spot, 300 das crianças com resultado negativo para referência no foto-rastreio foram chamadas para um follow-up com exame oftalmológico pediátrico *gold standard*, no entanto, apenas 12 crianças compareceram e todas apresentaram exame oftalmológico normal, o que criou um viés considerável no cálculo da sensibilidade. Assim, concluíram que o Spot é um instrumento útil para o foto-rastreio e que é eficaz na detecção dos fatores de risco ambliogénicos, também em menores idades (<3 anos de idade). A maior parte dos falsos positivos encontrados neste estudo foram por suspeita de estrabismo, mostrando a necessidade de revisão do algoritmo para detecção desta patologia. (46)

Silbert et al (2014) num estudo que incluiu 151 crianças entre os 1 e os 6 anos de idade, confrontaram os resultados do foto-rastreio com o equipamento spot com os da avaliação completa por um oftalmologista pediátrico, do qual concluíram que este dispositivo apresenta uma elevada capacidade de detecção dos fatores de risco da

ambliopia (sensibilidade de 80% e especificidade de 74%) quando comparado com os critérios de referenciação da AAPOS. (47)

Arnold et al (2014) realizaram um estudo com 108 crianças de idades compreendidas entre os 9 e os 146 meses, no qual submeteram estas crianças a foto-rastreio com quatro dispositivos diferentes: PlusoptiX, IScreen, Spot e GoCheckKids (uma aplicação para iPhone 4s que capacita este telemóvel a captar imagens para efeitos de foto-rastreio). Deste estudo, retiraram a conclusão de que qualquer um dos quatro equipamentos apresenta um valor preditivo positivo (tabela 4) suficientemente elevado para ser utilizado para rastrear os fatores de risco ambliogénicos, quer erros refractivos como estrabismo, com elevado grau de confiança. Concluíram ainda, que alguns destes dispositivos são capazes de reduzir a proporção de resultados inconclusivos em pacientes difíceis, como é o caso do SPOT.(48)

Tabela 4 - Comparação da eficácia de quatro equipamentos de foto-rastreio: PlusoptiX, SPOT, iScreen e GoCheckKids

	Sensibilidade	Especificidade	Valor Preditivo Positivo	Resultados Inconclusivos
PlusoptiX	83%	88%	87%	23%
SPOT	80%	85%	87%	4%
iScreen	75%	88%	89%	13%
GoCheckKids	81%	91%	92%	3%

Comparando o PlusoptiX com o SureSight, Silbert et al (2013) verificaram que, quando utilizados os critérios de referenciação do produtor do SureSight, as sensibilidades de ambos eram semelhantes, mas o PlusoptiX apresentou uma maior especificidade (88% *versus* 65%). Por outro lado, quando foram usados os critérios de referenciação do VIP (*Vision In Preschoolers Study group*), a especificidade do SureSight subiu enquanto que a sua sensibilidade desceu. (49)

Situação do rastreio em Portugal

Foi estudado e analisado, retrospectivamente, as causas de ambliopia e os fatores de risco numa população pediátrica referenciada para um centro de cuidados de saúde terciários. De 1205 crianças com 10 ou menos anos de idade, 393 (32,6%) apresentavam diminuição da acuidade visual, das quais 167 foram referenciadas por diminuição de acuidade visual e 226 foram referenciadas por outros motivos o que resulta numa sensibilidade de referenciação baixa: 42%. De todos os pacientes

observados no hospital, 12,9% apresentavam fatores de risco ambliogénicos e 7,4% foram diagnosticados de ambliopia, tendo sido a média de idade ao diagnóstico de 5,3 anos. (50)

A elevada prevalência de diminuição de acuidade visual aliada a uma sensibilidade de referenciação baixa e uma idade média ao diagnóstico elevada, demonstram que o programa de rastreio do Sistema Nacional de Saúde em vigor aquando deste estudo é insuficiente e corrobora fortemente a implementação de um programa de foto-rastreio. (50)

Ecoando os resultados anteriores, Lages et al (2016) fizeram uma análise retrospectiva de 1520 pacientes referenciados de idade até 10 anos e concluíram que apenas cerca de metade das crianças referenciadas por diminuição da acuidade visual apresentavam efetivamente uma acuidade visual alterada. Além disso, obtiveram uma idade média de diagnóstico elevada, 5,9 anos. Associando estes dois dados e concordando com o estudo anterior, verifica-se a insuficiência do programa de rastreio com métodos tradicionais. (51)

Num estudo retrospectivo, realizado no Hospital de Santo António, com o objetivo de comparar a deteção e tratamento dos fatores de risco ambliogénicos em crianças de idade pré-verbal (até aos 2 anos). Lages et al (2015) avaliaram 257 crianças, divididas em dois grupos: 39 crianças referenciadas após rastreio por métodos tradicionais e 218 crianças referenciadas após foto-rastreio. Após esta análise, concluíram que o número de crianças nas quais foram detetados fatores de risco ambliogénicos foi 9,5 vezes superior no segundo grupo, o que implica que foi possível uma melhor e mais eficaz prevenção e realização de tratamento mais precoce. Por outro lado, verificaram um aumento de eficácia de rastreio ligeira com o foto-rastreio porque o número de referenciações aumentou consideravelmente. (52)

Coelho et al (2016) realizaram um estudo retrospectivo com crianças de menos de 2 anos de idade referenciadas por suspeita de estrabismo. Apenas 23,9% das crianças referenciadas por estrabismo apresentavam, de facto, esta patologia, sendo este um valor preditivo positivo bastante baixo (23,9%), o que reforça a necessidade de mais estudo para melhoria destes parâmetros. Além disso, verifica-se que o estrabismo é um desafio diagnóstico e é essencial a existência de um rastreio precoce para deteção e tratamento adequados. (53)

Num estudo retrospectivo, Coelho et al (2016) referem que em 1205 crianças avaliadas, 31,5% foram referenciadas por suspeita de estrabismo que apenas foi confirmado em 37,7% dessas crianças. Por outro lado, 25% de todas as crianças com

estrabismo foram referenciadas por outros motivos. Ambliopia estava presente em 24,7% das crianças com estrabismo e foi diagnosticada numa idade média de 4,5 anos. O facto de um quarto das crianças com estrabismo não terem sido referenciadas aliado, novamente, ao diagnóstico tardio desta patologia e à elevada prevalência de ambliopia demonstram a necessidade de melhoria do programa de rastreio do Sistema Nacional de Saúde. (54)

Vieira et al (2014) fizeram um estudo comparativo entre o rastreio com o PlusoptiX e a retinoscopia sob cicloplegia. Analisaram 95 crianças de idade média de 4,8 anos e notaram que o PlusoptiX tem uma tendência de miopização, tendo apresentado sensibilidade de 90, especificidade 86,7%, valor preditivo positivo de 64,3% e valor preditivo negativo 97%. Verificaram ainda que existe uma diferença estatisticamente significativa entre as medições realizadas pelos dois métodos distintos, mas esta é clinicamente aceitável dado que a diferença média foi pequena ($< 0,7$ D). Após análise estratificada por faixas etárias, os resultados sugerem que para idades mais baixas o teste tem maior sensibilidade e valor preditivo negativo: 100% até aos 6 anos para ambos os indicadores. Concluem, assim, que o plusoptiX pode ser método útil como método de rastreio de erros refrativos clinicamente significativos e recomendam que, em valores limítrofes, o resultado seja confirmado com retinoscopia sob cicloplegia. (55)

Lemos et al (2016) referem que o PlusoptiX apresentou boa especificidade na deteção de todos os tipos específicos de fatores de risco ambliogénicos (entre 93.0 e 98.1%) e boa sensibilidade na deteção de miopia (96.6%) e astigmatismo (91.0%), contudo, a sua sensibilidade para a deteção de hipermetropia foi apenas 48.9%. Usando um ponto de corte de +1.5D na hipermetropia em vez de +3.5D (em crianças > 48 meses), a sensibilidade pode ser melhorada para 88.6%. Contudo este estudo apresenta um número reduzido de crianças com menos de 48 meses de idade, apenas 10,2% de toda a amostra, faixa etária que é bastante muito relevante para diagnóstico e tratamento eficaz de ambliopia. (56)

Atualmente, está a ser implementado um novo programa de rastreio utilizando a foto-refração no Norte do país, de acordo com o representado no fluxograma do Anexo 1, cuja população alvo são as crianças com 2 anos de idade. As crianças da área de influência direta do Centro Hospitalar do Porto e do Centro Hospitalar de São João foram convidadas em 2016 a fazer parte do foto-rastreio que decorreu nas unidades locais de saúde e apenas foram referenciadas ao Centro Hospitalar correspondente caso apresentassem um resultado de rastreio positivo para uma avaliação oftalmológica completa. Estes dados estão em análise para se encontrar os valores ideais de erros

refrativos a referenciar como positivos, isto é, os valores refrativos que representam risco de devolver ambliopia, e já sofreram ajustes no decurso deste estudo piloto, neste caso para aumentar a especificidade, aumentando o limiar de erro refrativo para referenciação.

CONCLUSÕES

O foto-rastreio é um método rápido, simples e com poucos custos para deteção de fatores de risco ambliogénicos em crianças. Vários estudos comprovam que é um método muito mais rápido que o exame oftalmológico convencional e com eficácia semelhante. É muito importante a deteção precoce (idade pré-escolar) para redução da prevalência dos fatores de risco e melhoria da eficácia dos tratamentos para a ambliopia.

A grande vantagem dos programas de foto-rastreio é o baixo custo. Após o investimento inicial para aquisição do equipamento necessário, o custo adicional por criança é bastante reduzido. Usar o exame oftalmológico completo realizado por oftalmologistas seria consideravelmente mais dispendioso e menos eficiente. Assim, o exame oftalmológico completo pode ser reservado para confirmação dos resultados positivos no rastreio.

Relativamente à idade na qual se deve iniciar o rastreio, alguns estudos realizados com grandes amostras indicam que se poderá iniciar mesmo em idade pré-verbal, antes dos 2 anos de idade, uma vez que o diagnóstico tão precoce aumenta significativamente a taxa de sucesso do tratamento e da recuperação de acuidade visual. No entanto, um estudo que relacionou faixas etárias distintas com o custo benefício em cada uma delas, indicou que poderá haver um melhor equilíbrio entre custo e benefício se o foto-rastreio for realizado entre os 3 e 4 anos de idade. Deste modo, será necessário mais estudos que envolvam o custo em cada grupo etário para encontrar a idade ideal a iniciar o rastreio.

Devido a uma grande diversidade de características dos estudos e das variáveis apresentadas, é difícil fazer uma comparação directa entre os diversos equipamentos de foto-rastreio.

Ainda assim, o plusoptiX foi o dispositivo mais usado e estudado, e parece ser aquele com maior eficácia. No entanto, alguns estudos indicam a sua baixa capacidade de detetar estrabismo, pelo que é recomendado a realização de mais estudos para criação e melhoria dos critérios de referenciação desta condição.

Por questões monetárias e de ansiedade causada aos pais, é mais urgente o aumento da especificidade destes dispositivos, para diminuição da taxa de falsos positivos e evitar que crianças sem risco sejam sujeitas a um *follow-up* apertado e referenciação e cicloplegia desnecessária.

É importante também referir que praticamente nenhum dos estudos comparativos entre dois equipamentos fez uma análise estatística completa, pelo que, na maioria das

vezes torna-se difícil a interpretação dos valores apresentados, desconhecendo se as diferenças são estatisticamente significativas.

Deste modo, devem continuar a existir esforços em criar novas tecnologias e atualizações de software para aumentar a sensibilidade e especificidade dos equipamentos de foto-rastreio existentes atualmente.

Em suma, com o avançar da tecnologia, este tema deverá ser novamente revisto e analisado para que se mantenha atualizado, nomeadamente a par de futuros novos equipamentos e recomendações para utilização dos mesmos.

Em Portugal, os estudos realizados até à data concluem que a referenciação anterior era insuficiente e inadequada, corroborando a necessidade de melhoria do diagnóstico de fatores ambiogénicos, nomeadamente com a criação de um rastreio universal com fotorrefração, que possibilite um diagnóstico mais precoce.

Adicionalmente, o diagnóstico tardio é um problema major transversal a quase todos os estudos realizados em populações sem rastreio por foto-rastreio, e o estrabismo de pequena amplitude aparenta ser um desafio diagnóstico importante.

O programa de rastreio em implementação é ainda um projeto em fase inicial e que necessita de estudos e avaliação para verificar a sua eficácia a curto e longo prazo e as idades onde terá maior impacto e melhor relação custo-benefício.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Force UPST. Vision screening for children 1 to 5 years of age: US Preventive Services Task Force Recommendation statement. *Pediatrics*. 2011;127(2):340-6.
2. Williams C, Northstone K, Howard M, Harvey I, Harrad R, Sparrow J. Prevalence and risk factors for common vision problems in children: data from the ALSPAC study. *British Journal of Ophthalmology*. 2008;92(7):959-64.
3. Dinis AC, Marinho A, Leite E, Reis FF, Murta J, Vaz JGdC, et al. Bases de Reflexão para um Programa Nacional de Saúde da Visão. Direcção Geral de Saúde 2010.
4. Bradfield YS. Identification and treatment of amblyopia. *American family physician*. 2013;87(5):348-52.
5. REMAINS A. Atropine vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill : 1960)*. 2002;120:268-78.
6. Holmes JM, Lazar EL, Melia BM, Astle WF, Dagi LR, Donahue SP, et al. Effect of age on response to amblyopia treatment in children. *Archives of ophthalmology*. 2011;129(11):1451-7.
7. Dobson V. Visual acuity testing in infants: from laboratory to clinic. *Early visual development, normal and abnormal*. 1993:318-34.
8. Daw NW. Critical periods and amblyopia. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill : 1960)*. 1998;116(4):502-5.
9. Pascual M, Huang J, Maguire MG, Kulp MT, Quinn GE, Ciner E, et al. Risk factors for amblyopia in the vision in preschoolers study. *Ophthalmology*. 2014;121(3):622-9. e1.
10. Stewart CE, Fielder AR, Stephens DA, Moseley MJ. Treatment of unilateral amblyopia: factors influencing visual outcome. *Investigative ophthalmology & visual science*. 2005;46(9):3152-60.
11. Matta NS, Arnold RW, Singman EL, Silbert DI. Comparison between the plusoptiX and MTI Photoscreeners. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill : 1960)*. 2009;127(12):1591-5.
12. Longmuir SQ, Boese EA, Pfeifer W, Zimmerman B, Short L, Scott WE. Practical community photoscreening in very young children. *Pediatrics*. 2013;131(6):e1638.
13. Pediatrics CoPaAMaSoOotAAo. Use of photoscreening for children's vision screening. *Pediatrics*. 2002;109(3):524-5.
14. David I. Silbert MD F, Noelle S. Matta CO C, COT. Photoscreening EyeWiki: American Academy of Ophthalmology; 2014 [

15. Mu Y, Bi H, Ekure E, Ding G, Wei N, Hua N, et al. Performance of Spot Photoscreener in Detecting Amblyopia Risk Factors in Chinese Pre-school and School Age Children Attending an Eye Clinic. *PloS one*. 2016;11(2):e0149561.
16. Donahue SP, Arthur B, Neely DE, Arnold RW, Silbert D, Ruben JB, et al. Guidelines for automated preschool vision screening: a 10-year, evidence-based update. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2013;17(1):4-8.
17. Salcido AA, Bradley J, Donahue SP. Predictive value of photoscreening and traditional screening of preschool children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2005;9(2):114-20.
18. Joish VN, Malone DC, Miller JM. A cost-benefit analysis of vision screening methods for preschoolers and school-age children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2003;7(4):283-90.
19. Teed RG, Bui CM, Morrison DG, Estes RL, Donahue SP. Amblyopia therapy in children identified by photoscreening. *Ophthalmology*. 2010;117(1):159-62.
20. Williams C, Northstone K, Harrad R, Sparrow J, Harvey I. Amblyopia treatment outcomes after preschool screening v school entry screening: observational data from a prospective cohort study. *British Journal of Ophthalmology*. 2003;87(8):988-93.
21. Eibschitz-Tsimhoni M, Friedman T, Naor J, Eibschitz N, Friedman Z. Early screening for amblyogenic risk factors lowers the prevalence and severity of amblyopia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2000;4(4):194-9.
22. Donahue SP, Baker JD, Scott WE, Rychwalski P, Neely DE, Tong P, et al. Lions Clubs International Foundation Core Four Photoscreening: results from 17 programs and 400,000 preschool children. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2006;10(1):44-8.
23. Leman R, Clausen MM, Bates J, Stark L, Arnold KK, Arnold RW. A comparison of patched HOTV visual acuity and photoscreening. *The Journal of school nursing*. 2006;22(4):237-43.
24. Longmuir SQ, Pfeifer W, Leon A, Olson RJ, Short L, Scott WE. Nine-year results of a volunteer lay network photoscreening program of 147 809 children using a photoscreener in Iowa. *Ophthalmology*. 2010;117(10):1869-75.
25. Rein DB, Wittenborn JS, Zhang X, Song M, Saaddine JB. The potential cost-effectiveness of amblyopia screening programs. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*. 2012;49(3):146-55; quiz 5, 56.
26. Wesemann W, Dick B. Accuracy and accommodation capability of a handheld autorefractor. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2000;26(1):62-70.

27. Schimitzek T, Lagrèze WA. Accuracy of a new photorefractometer in young and adult patients. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2005;243(7):637-45.
28. Silbert DI, Matta NS, Andersen K. Plusoptix photoscreening may replace cycloplegic examination in select pediatric ophthalmology patients. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2013;17(2):163-5.
29. Ruao M, Almeida I, Leitao R, Amorim M, Monteiro M, de Matos JC, et al. Photoscreening for amblyogenic risk factors in 1-year-olds: results from a single center in Portugal over a 9-year period. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2016;20(5):435-8.
30. Kirk VG, Clausen MM, Armitage MD, Arnold RW. Preverbal photoscreening for amblyogenic factors and outcomes in amblyopia treatment: early objective screening and visual acuities. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill : 1960)*. 2008;126(4):489-92.
31. Colburn JD, Morrison DG, Estes RL, Li C, Lu P, Donahue SP. Longitudinal follow-up of hypermetropic children identified during preschool vision screening. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2010;14(3):211-5.
32. Leon A, Donahue SP, Morrison DG, Estes RL, Li C. The age-dependent effect of anisometropia magnitude on anisometric amblyopia severity. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2008;12(2):150-6.
33. Erdurmus M, Yagci R, Karadag R, Durmus M. A comparison of photorefraction and retinoscopy in children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2007;11(6):606-11.
34. Clausen MM, Arnold RW. Pediatric eye/vision screening. Referral criteria for the pediatric vision plus optix s 04 photoscreener compared to visual acuity and digital photoscreening. Kindergarten computer photoscreening. *Binocular vision & strabismus quarterly*. 2007;22(2):83-9.
35. Matta NS, Singman EL, Silbert DI. Performance of the Plusoptix vision screener for the detection of amblyopia risk factors in children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2008;12(5):490-2.
36. Moghaddam AAS, Kargozar A, Zarei-Ghanavati M, Najjaran M, Nozari V, Shakeri MT. Screening for amblyopia risk factors in pre-verbal children using the Plusoptix photoscreener: a cross-sectional population-based study. *British Journal of Ophthalmology*. 2012;96(1):83-6.

37. Arthur BW, Riyaz R, Rodriguez S, Wong J. Field testing of the plusoptiX S04 photoscreener. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2009;13(1):51-7.
38. Mirzajani A, Heirani M, Jafarzadehpur E, Haghani H. A comparison of the Plusoptix S08 photorefractor to retinoscopy and cycloretinoscopy. *Clinical and Experimental Optometry*. 2013;96(4):394-9.
39. Matta NS, Singman EL, Silbert DI. Performance of the plusoptiX S04 photoscreener for the detection of amblyopia risk factors in children aged 3 to 5. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2010;14(2):147-9.
40. Arnold RW, Tulip D, McArthur E, Shen J, Tappel J, Arnold LE, et al. Predictive value from pediatrician plusoptix screening: impact of refraction and binocular alignment. *Binocular vision & strabology quarterly, Simms-Romano's*. 2012;27(4):227-32.
41. Yan X-R, Jiao W-Z, Li Z-W, Xu W-W, Li F-J, Wang L-H. Performance of the Plusoptix A09 photoscreener in detecting amblyopia risk factors in Chinese children attending an eye clinic. *PloS one*. 2015;10(6):e0126052.
42. Bloomberg JD, Suh DW. The accuracy of the plusoptiX A08 photoscreener in detecting risk factors for amblyopia in central Iowa. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2013;17(3):301-4.
43. Rajavi Z, Parsafar H, Ramezani A, Yaseri M. Is noncycloplegic photorefraction applicable for screening refractive amblyopia risk factors? *Journal of ophthalmic & vision research*. 2012;7(1):3-9.
44. Saber Moghadam A, Alizadeh R, Zarei-Ghanavati M. Plusoptix S08 sensitivity in detecting strabismus as amblyogenic risk factor. *Strabismus*. 2013;21(4):230-4.
45. Singman E, Matta N, Tian J, Brubaker A, Silbert D. A comparison of the PlusoptiX S04 and A09 photoscreeners. *Strabismus*. 2013;21(2):85-7.
46. Bregman J, Donahue SP. Validation of photoscreening technology in the general pediatrics office: a prospective study. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2016;20(2):153-8.
47. Silbert DI, Matta NS. Performance of the Spot vision screener for the detection of amblyopia risk factors in children. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2014;18(2):169-72.
48. Arnold RW, Armitage MD. Performance of four new photoscreeners on pediatric patients with high risk amblyopia. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*. 2014;51(1):46-52.

49. Silbert D, Matta N, Tian J, Singman E. Comparing the SureSight autorefractor and the plusoptiX photoscreener for pediatric vision screening. *Strabismus*. 2014;22(2):64-7.
50. Lages V, Coelho J, Malheiro L, Miranda V, Parreira R, Menéres P. Amblyopia epidemiology in a pediatric population referred to a portuguese tertiary care center. *ESA Transaction book*. 2015;2015.
51. Lages V, Carneiro I, Malheiro L, Coelho J, Maia S, Miranda V, et al. Ambliopia – análise da população pediátrica referenciada ao Centro Hospitalar do Porto. *Sociedade Portuguesa de Oftalmologia*. 2016.
52. Lages V, Carneiro I, Maia S, Miranda V, Parreira R, Menéres P. Detection and treatment of potentially amblyogenic refractive errors in preverbal children before and after the institution of a community photorefractive screening program. *ESA Transaction book*. 2015.
53. Coelho J, Miranda V, Dias D, Maia S, Parreira R, Menéres P. Efficacy of primary care referral of pediatric strabismus in children younger than 24 months in a Portuguese tertiary referral center. *ESA Transaction book*. 2016.
54. Coelho J, Lages V, Carneiro I, Miranda V, Parreira R, Menéres P. Pediatric strabismus: primary care referral efficacy, epidemiology and prognosis in a portuguese tertiary referral center. *ESA Transaction book*. 2016.
55. Vieira BC, Ribeiro I, Menezes C, Serino J, Lemos JA, Moreira P, et al. Fotorrefracção no rastreio refrativo visual da criança: substituto ou complemento. *Revista Sociedade Portuguesa de Oftalmologia*. 2014;38(1).
56. Lemos JA, Gonçalves R, Ribeiro I, Mota Á, Mateus C, Vieira B, et al. The performance of Plusoptix A09 in detection of Refractive Amblyopia Risk Factors. *Revista Sociedade Portuguesa de Oftalmologia*. 2016;40(2).

ANEXO 1 – Fluxograma do programa de rastreio a ser implementado em Portugal

